



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 199 52 512.9
22 Anmeldetag: 30. 10. 1999
43 Offenlegungstag: 10. 5. 2001

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

74 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

72 Erfinder:
Kropp, Martin, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE

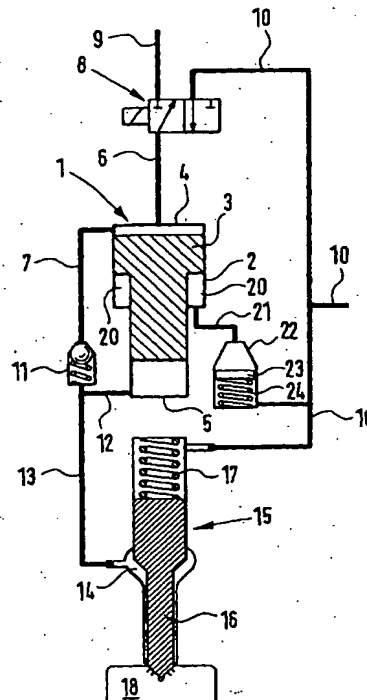
56 Entgegenhaltungen:
DE 197 06 467 C1
DE 196 19 523 A1
WO 96 12 109 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Druckverstärker und Kraftstoffeinspritzsystem mit einem Druckverstärker

57 Die Erfindung betrifft einen Druckverstärker zur Erhöhung des Einspritzdrucks in direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen mit mehreren Zylindern, insbesondere Dieselmotoren, mit einem Übersetzerkolben (3), der eine relativ große Stirnfläche, die mit einem relativ niedrigen Druck beaufschlagt ist, und eine relativ kleine Stirnfläche aufweist, an welcher im Förderhub ein erhöhter Einspritzdruck vorliegt, wobei sich auf der von der relativ großen Stirnfläche abgewandten Seite aus dem Größenunterschied zwischen den beiden Stirnflächen des Übersetzerkolbens (3) ein Totvolumen (20) ergibt. Um auch bei kleinen Druckübersetzungsverhältnissen eine ausreichende und schnelle Wiederbefüllung des Druckverstärkers sicherzustellen, steht das Totvolumen (20) mit einem ausgelagerten Federspeicher (22) in Verbindung, der lokal zu jedem einzelnen Zylinder oder zentral zu allen Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnet ist. Die Erfindung betrifft auch ein Kraftstoffeinspritzsystem, mit einem derartigen Druckverstärker.



Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Druckverstärker zur Erhöhung des Einspritzdrucks in direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, mit einem Übersetzerkolben, der eine relativ große Stirnfläche, die mit einem relativ niedrigen Druckbeaufschlagt ist, und eine relativ kleine Stirnfläche aufweist, an welcher im Förderhub ein erhöhter Einspritzdruck vorliegt, wobei sich auf der von der relativ großen Stirnfläche abgewandten Seite aus dem Größenunterschied zwischen den beiden Stirnflächen des Übersetzerkolbens ein Totvolumen ergibt. Die Erfindung betrifft auch ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere Common-Rail-System, mit einem Hochdruckanschluss, der mit einem Injektor in Verbindung steht, aus dem Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

Zur Einbringung von Kraftstoff in direkteinspritzenden Dieselmotoren sind sowohl druckgesteuerte (DE 197 06 467 C1) als auch hubgesteuerte (DE 196 19 523 A1) Einspritzsysteme bekannt. Es ist von Vorteil, wenn der Einspritzdruck an Last und Drehzahl angepasst wird, wie es bei einem Common-Rail-System der Fall sein kann.

In Common-Rail-Einspritzsystemen fördert eine Hochdruckpumpe, eventuell unter Zuhilfenahme einer Vorförderpumpe, den einzuspritzenden Kraftstoff aus einem Tank in den zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher, der als Common-Rail bezeichnet wird. Von dem Rail führen Kraftstoffleitungen zu den einzelnen Injektoren, die den Zylindern der Brennkraftmaschine zugeordnet sind. Die Injektoren werden in Abhängigkeit von den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine einzeln von der Motorelektronik angesteuert, um Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen. Die maximalen Einspritzdrücke bei Common Rail Systemen sind derzeit durch die Hochdruckfestigkeit von Druckspeichern und Hochdruckpumpen auf ca. 1600 bis 1800 bar begrenzt. Um den Einspritzdruck weiter zu steigern, werden Einspritzsysteme mit Druckübersetzern eingesetzt.

Ein derartiges Common-Rail-System ist z. B. in der EP 0 562 046 B1 beschrieben. Dabei handelt es sich um ein druckgesteuertes Common-Rail-System mit Druckübersetzer (hohes Übersetzungsverhältnis von ca. 1 : 7). Wie bei jedem druckübersetztem Einspritzsystem existiert auch hier ein Totvolumen, in dem eine Rückstellfeder angeordnet ist. Das Totvolumen ist über ein (federloses) Rückschlagventil mit einer Leckageleitung verbunden. Dies hat den Vorteil, dass die während des Förderhubes verdrängte Menge nicht wieder beim Rückstellen des Verstärkerkolbens aus der Leckageleitung angesaugt werden muss. Nachteilig ist jedoch, dass der Kraftstoff, der sich im Totvolumen befindet, während des Rückstellens kavitiert. Durch das Zusammenfallen der Kavitationsblasen entsteht eine zusätzliche Geräuschentwicklung.

Bei Aktivierung der Druckverstärkung ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Flächenverhältnisse am Druckverstärkerkolben ein erhöhter Einspritzdruck während des Förderhubes. Nach Beendigung der Einspritzung muss der Verstärkerkolben wieder in seine Ausgangsstellung zurückkehren (Wiederbefüllung). Hierzu wird meist die Niederdruckseite des Kolbens entlastet und der Kolben aufgrund der Kräftebilanz am Kolben in seine Ausgangslage zurückgedrückt. Während des Zurückfahrens muss der Hochdruckraum des Druckübersetzers mit Kraftstoff gefüllt werden. Geschieht dies nur mit Hilfe eines Vorförderdruckes so ist bei großen Druckübersetzungsverhältnissen eine zusätzliche

Rückstellfeder erforderlich, da die resultierende Kraft an der Hochdruckfläche nicht ausreicht, um die Reibungskräfte am Kolben zu überwinden. Um eine Rückstellung ohne eine Rückstellfeder zu erreichen, wäre hochdruckseitig ein hoher Druck erforderlich, der jedoch zusätzlich erzeugt werden müsste, was einen erheblichen zusätzlichen Aufwand bedeuten würde. Die Anbringung der Rückstellfeder ist prinzipiell in jedem der drei Räumen möglich (Totraum, Hoch- und Niederdruckraum). Wo man die Federn anordnet richtet sich nach der Kolbenart (ein- oder zweiteilig) und nach dem zur Verfügung stehenden Bauraum. Rückstellfedern erhöhen bei niederdruckseitigen Entlastungen im "Mischbetrieb" auch die Rückstellgeschwindigkeit.

Bei geringen Druckübersetzungsverhältnissen ist es problematisch, eine Rückstellfeder mit geeignetem Hub-Kraftverlauf zu integrieren, da der Bauraum stark eingeschränkt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, Maßnahmen anzugeben, die auch bei kleinen Druckübersetzungsverhältnissen eine ausreichende und schnelle Wiederbefüllung des Druckverstärkers sicherstellen.

Die Aufgabe ist bei einem Druckverstärker zur Erhöhung des Einspritzdrucks in direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, mit einem Übersetzerkolben, der eine relativ große Stirnfläche, die mit einem relativ niedrigen Druck beaufschlagt ist, und eine relativ kleine Stirnfläche aufweist, an welcher im Förderhub ein erhöhter Einspritzdruck vorliegt, wobei sich auf der von der relativ großen Stirnfläche abgewandten Seite aus dem Größenunterschied zwischen den beiden Stirnflächen des Übersetzerkolbens ein Totvolumen ergibt, dadurch gelöst, dass das Totvolumen mit einem ausgelagerten Federspeicher in Verbindung steht, der lokal zu jedem einzelnen Zylinder oder zentral zu allen Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnet ist. Durch Auslagerung der Feder kann eine geeignete Federgeometrie (Durchmesser, Länge, Drahtstärke, Steifigkeit) gewählt werden, wodurch eine Optimierung der Kolbenform und somit weitere günstige Effekte (Reibungsminimierung, Dichtlängen, Durchmesserhältnisse) erzielt werden können. Ein weiterer Vorteil kann in einem für alle Zylinder gemeinsamen zentralen Speicherraum/Membranraum entstehen, da hier mit wenigen zusätzlichen Bauteilen die Rückstellung realisiert werden kann (bei einer reinen Rückstellung über einen Vordruck auf der Hochdruckseite wäre dieser Druck erst zu erzeugen, was den Wirkungsgrad verschlechtern würde).

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher einen Kolben umfasst, der durch eine Feder vorgespannt ist. Durch die Feder wird zwar der maximale Einspritzdruck entsprechend reduziert, was aber einer schnellen Wiederbefüllung zugute kommt. In dem Federraum ist genügend Bauraum für eine große Feder vorhanden. Eventuell kann im Totraum zusätzlich noch eine kleine Feder angeordnet sein, welche die Wiederbefüllung weiter unterstützt.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher eine vorgespannte Membran umfasst. Die Membran kann den Kolben ersetzen.

Ist keine Membran vorgesehen, so ist aufgrund von Leckage am Federraumkolben, eine Verbindung des Federrückraums zur Leckage vorzusehen (analog der Leckageleitung am Totraum des zitierten Patents), da sonst das System blockieren würde, wenn zuviel Leckage hinter dem Federraumkolben angesammelt wird. Bei Verwendung einer Membran ist ein Anschluss zur Leckage zwischen Totvolumen und Federspeicher erforderlich, da aufgrund von Leckage am Druckverstärkerkolben die Kraftstoffmenge im Totraum

nicht konstant ist und bei zunehmender Kraftstoffmenge der Druck ansteigt und den Druckverstärker blockieren kann. Durch ein geeignetes Druckbegrenzungsventil, das die überschüssige Menge absteuert, ist dies zu vermeiden.

Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere Common-Rail-System, mit einem Hochdruckanschluss, der mit mindestens einem Injektor mit einem Düsenraum in Verbindung steht, aus dem Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, ist die oben angegebene Aufgabe dadurch gelöst, dass an einer beliebigen Stelle zwischen dem Hochdruckanschluss und dem Düsenraum des Injektors ein Druckverstärker, wie er vorab beschrieben ist, angeordnet ist. Der Hochdruckanschluss kann z. B. mit einem Hochdruckspeicher oder direkt mit einer Hochdruckpumpe verbunden sein. Während der Einspritzung wird das Totvolumen des Druckverstärkers in den Federspeicher geschoben.

Gemäß der Erfindung kann die Verschiebearbeit, die benötigt wird um den Kraftstoff auszuschieben und anzusaugen reduziert werden, wenn die Strömungsverluste durch Reibung beim Ansaugen/Ausschieben gegenüber Leakage größer sind. Somit kann auch der Wirkungsgrad verbessert werden.

Eine besondere Ausführungsart des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems ist dadurch gekennzeichnet, dass der Druckverstärker in den Injektor integriert ist. Bei einem Common-Rail-System kann der Druckverstärker auch in das Rail integriert sein.

Im Allgemeinen kann eine solche Anordnung auch bei anderen Einspritzsystemen verwendet werden, die einen solchen Druckverstärker besitzen. So kann z. B. bei einer Verteilerpumpe das 3/2-Ventil vor dem Druckverstärker entfallen und wird durch einen Verteiler mit entsprechendem 2/2-Ventil ersetzt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der beiliegenden Zeichnung ist ein erfindungsgemäßer Druckverstärker 1 beispielhaft dargestellt. Der Druckverstärker 1 umfasst einen Zylinder 2, in dem ein Übersetzerkolben 3 aufgenommen ist. Der Übersetzerkolben 3 ist in dem Zylinder 2 zwischen einer Niederdruckseite 4 und einer Hochdruckseite 5 hin- und herbewegbar.

Die Begriffe Niederdruck und Hochdruck sind im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung relativ zu sehen. Auf der Niederdruckseite 4 herrscht in Wirklichkeit Hochdruck, der von einer Hochdruckpumpe zur Verfügung gestellt wird. Auf der Hochdruckseite 5 herrscht im Förderhub des Übersetzerkolbens 3 ein erhöhter Einspritzdruck, der größer als der von der Hochdruckpumpe zur Verfügung gestellte Hochdruck ist.

Der Übersetzerkolben 3 weist zwei unterschiedlich große Stirnflächen auf. Die Stirnfläche des Übersetzerkolbens 3 auf der Niederdruckseite 4 ist größer als die Stirnfläche auf der Hochdruckseite 5. Daraus ergibt sich, dass der Druck auf der Hochdruckseite 5 zunimmt, wenn sich der Kolben von der Niederdruckseite 4 zur Hochdruckseite 5 bewegt.

Von der Niederdruckseite 4 des Zylinders 2 gehen zwei Leitungen 6 und 7 aus. Die Leitung 6 ist über ein 3/2-Wegeventil 8 mit einem Hochdruckanschluss 9 oder einem drucklosen Leckagerücklauf 10 verbindbar. In der dargestellten Stellung des 3/2-Wegeventils 8 ist die Leitung 6 mit dem Leckagerücklauf 10 verbunden. In diesem Zustand füllt sich der Zylinder 2 auf der Hochdruckseite 5 mit Kraftstoff. In

der anderen Stellung des 3/2-Wegeventils 8 ist die Leitung 6 über den Hochdruckanschluss 9 mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher (Rail) verbunden. In diesem Zustand findet der Förderhub statt, bei dem der auf der Hochdruckseite 5 befindliche Kraftstoff verdichtet wird.

Die Leitung 7 ist gegen die Vorspannkraft eines federvorgespannten Rückschlagventils 11 mit zwei Leitungen 12 und 13 verbunden. Die Leitung 12 führt zur Hochdruckseite 5 des Zylinders 2 und stellt somit sicher, dass beim Wiederbefüllen Kraftstoff von dem Hochdruckanschluss 9 auf die Hochdruckseite 5 gelangen kann.

Die Leitung 13 führt zu einem Düsenraum 14 eines Injektors 15. In dem Injektor 15 ist eine Düsennadel 16 gegen die Vorspannkraft einer Düsenfeder 17 hin- und herbewegbar aufgenommen. Wenn die Spitze der Düsennadel 16 von ihrem Sitz abhebt, wird Kraftstoff aus dem Düsenraum 14 in den Brennraum 18 der zur versorgenden Brennkraftmaschine eingespritzt.

Um die Hin- und Herbewegung des Übersetzerkolbens 3 zu ermöglichen, ist in den Zylinder 2 ein Totvolumen 20 vorgesehen. Das Totvolumen 20 dient dazu, den sich aus den Größenunterschied der unterschiedlich großen Stirnflächen des Übersetzerkolbens 3 ergebenden Bund im Förderhub auf zunehmen.

Das Totvolumen 20 ist über eine Leitung 21 mit einem Federspeicher 22 verbunden. In dem Federspeicher 22 ist ein Kolben 23 gegen die Vorspannkraft einer Druckfeder 24 hin- und herbewegbar aufgenommen.

Das dargestellte Kraftstoffeinspritzsystem ermöglicht eine verbesserte Wiederbefüllung des Druckverstärkers 1.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Druckfeder 24 in den Federspeicher 22 ausgelagert. Im Betrieb des erfindungsgemäßen Druckverstärkers 1 wird das Totvolumen 20 in den Federspeicher 22 ausgeschoben und dort bei einem definierten Druck gelagert. Der Federspeicher 22 kann auch als Membranspeicher ausgeführt sein.

Die gezeigte Skizze ist für die Anwendung eines druckgesteuerten Systems gedacht. Bei der Anwendung eines hubgesteuerten Systems ist es erforderlich, dass die Leitung 7 vor dem Ventil 8 mit der Leitung 9 permanent verbunden ist, damit der Düsenraum 14 permanent unter Druck (bei deaktiviertem Druckverstärker unter Raildruck) steht. Ein solches hubgesteuertes System benötigt selbstverständlich auch einen Druckspeicher.

Patentansprüche

1. Druckverstärker zur Erhöhung des Einspritzdrucks in direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen mit mehreren Zylindern, insbesondere Dieselmotoren, mit einem Übersetzerkolben (3), der eine relativ große Stirnfläche, die mit einem relativ niedrigen Druck beaufschlagt ist, und eine relativ kleine Stirnfläche aufweist, an welcher im Förderhub ein erhöhter Einspritzdruck vorliegt, wobei sich auf der von der relativ großen Stirnfläche abgewandten Seite aus dem Größenunterschied zwischen den beiden Stirnflächen des Übersetzerkolbens (3) ein Totvolumen (20) ergibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Totvolumen (20) mit einem ausgelagerten Federspeicher (22) in Verbindung steht, der lokal zu jedem einzelnen Zylinder oder zentral zu allen Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnet ist.
2. Druckverstärker nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher (22) einen Kolben (23) umfasst, der durch eine Feder (24) vorgespannt ist.
3. Druckverstärker nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher eine vorge-

spannte Membran umfasst

4. Kraftstoffeinspritzsystem insbesondere Common-Rail-System, mit einem Hochdruckanschluss (9), der mit mindestens einem Injektor (15) mit einem Düsenraum (14) in Verbindung steht, aus dem Kraftstoff in den Brennraum (18) einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass an einer beliebigen Stelle zwischen dem Hochdruckanschluss (9) und dem Düsenraum (14) des Injektors (15) ein Druckverstärker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet ist.

5. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckverstärker in den Injektor oder in den Hochdruckspeicher integriert ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

